# الفصل الثامن

## حـــدود الجرعات
**Dose limits**

- اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية – توصيات اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية – حدود التعرض– أسئلة ومسائل للمراجعة.

## 8-1 الهيئات الدولية الراعية للوقاية من الإشعاع

### 8-1-1 اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية
**International Commission on Radiological Protection (ICRP)**

تأسست اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية (ICRP) عـــام 1928م. ومنذ ذلك التاريخ كانت هذه اللجنة الهيئة الدولية المسؤولة عـــن وضـــع الحدود القصوى من الجرعات الإشعاعية التي يسمح بالتعرض لها، وعن إصدار التوصيات الخاصة بهذه الحدود وكذلك التوصيات الخاصة بكيفية تداول ونقل وتخزين المواد والمصادر المشعة وغيره. وتجدر الإشـــارة إلى أن معظم القوانين والتشريعات الخاصة بالتعرض للإشعاعات المؤينة والتي تسنها معظم الدول تنبثق أساسا عن توصيات هذه اللجنة.

وفي أول الأمر كانت التوصيات التي أصدرتها هذه اللجنة تقـــوم على أساس الوقاية من الإشعاعات السينية والإشعاعات الصـــادرة عـــن الراديوم. وكانت الحدود القصوى للجرعات الإشعاعية المسموح بها غير كافية الدقة ( انظر البند الأول من جدول 8-1 ). وكانت أهم التوصيات الأولية لهذه اللجنة بشأن فترات التعرض للعاملين ما يلي:

1- يجب ألا تزيد ساعات العمل في المختبرات أو الأمـــاكن التـــي تحوي الإشعاعات أو المصادر المشعة على 7 ساعات في اليوم.

2- يجب ألا تزيد أيام العمل على خمسة أيام في الأسبوع.

3- يجب ألا تقل الإجازة السنوية عن شهر.

4- يجب قضاء أيام العطلات والإجازات بعيدا عن تلك المختبرات أو الأماكن التي تتضمن إشعاعات مؤينة.

ونتيجة لتطور مصادر الإشعاعات وإنتاج العديد من المعجلات والمفاعلات النووية في العالم قامت هذه اللجنة، في عام 1950م، بإعادة النظر في توصياتها السابقة، لتتمشى هذه التوصيات مع العديد من المشكلات الناجمة عن هذا التطور. وتقوم اللجنة بإعادة النظر في توصياتها وفي قيم الحدود القصوى للتعرض وللجرعات الإشعاعية كلما دعت الحاجة إلى ذلك. وقد تم تخفيض الحد الأقصى للجرعات المصرح بها بصورة واضحة خلال السنوات القليلة الماضية. ويبين جدول (8-1) كيفية تطور الحدود القصوى للتعرض الإشعاعي.

جدول (8-1)
الحدود القصوى لتعرض العاملين المهنيين الصادرة عن
اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية وتواريخ صدورها

| مسلسل | معدل الجرعة | تاريخ صدوره |
| --- | --- | --- |
| 1 | 0.2 رينتجن في اليوم أو 1 رينتجن في الأسبوع. | 1934م |
| 2 | 150 ميللي سيفرت ( أي 15 رم) في السنة، أي ما يعادل 3 ميللي سيفرت (أي0.3 رم) في الأسبوع. | 1950م |
| 3 | 50 ميللي سيفرت (5 رم) في السنة، أي مايعادل 1 ميللي سيفرت في الأسبوع. | 1956م |
| 4 | يجب أن يكون معدل التعرض عند أقل حد معقول، بحيث لا تتجاوز الجرعة المكافئة 50 ميللي سيفرت (5رم) في السنة. | 1977م |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | يجب ألا تتجاوز الجرعة الفعالة السنوية للعاملين 20 ميللي سيفرت (2رم) في السنة، ويجب ألا تتجاوز الجرعة الفعالة السنوية لعموم الجمهور 1 ميللي سيفرت (0.1 رم). | 1991م |

### 8-1-2 اللجنة العلمية للأمم المتحدة (UNSCEAR)

بعد أن استشعر العالم مخاطر الإشعاعات المؤينة تبنت الجمعية العامة للأمم المتحدة تأسيس لجنة علمية عام 1955 سميت باسم "اللجنة العلمية للأمم المتحدة حول تأثيرات الإشعاعات الذرية- United Nation Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation " وذلك من عشرين دولة من الدول الأعضاء. وتشترك نخبة من علماء تلك الدول المتخصصين في مجالات الفيزياء الإشعاعية والتأثيرات البيولوجية للإشعاع سنويا لدراسة جميع النواحي العلمية والإحصائية المرتبطة بالإشعاعات المؤينة وانتشار المواد المشعة في البيئة وتأثيراتها البيولوجية. وتهدف اللجنة إلى الحصول على الخلاصة العلمية حول الإشعاعات وتأثيراتها دون أية توجهات سياسية. وتقدم اللجنة تقريرا علميا سنويا للجمعية العامة تضمنه أحدث ما توصلت إليه من خلال البحوث العلمية المتواصلة، كما تصدر كتابا دوريا (كل حوالي 5 سنوات) تضمنه الحصيلة العلمية خلال الفترة. ويعتبر هذا الكتاب الدوري من أهم المراجع العلمية على المستوى الدولي حول الموضوع. وتستند اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية في التوصيات التي تصدرها على خلاصة النتائج العلمية التي تتوصل إليها اللجنة العلمية للأمم المتحدة.

## 8-2 تطور المعايير الدولية للوقاية الإشعاعية

### 8-2-1 جرعة التحمل The tolerance dose

في أول الأمر استخدمت اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية اصطلاح ( جرعة التحمل ) للتعبير عن التعرض الإشعاعي الذي يمكن أن يتحمله الإنسان. ولكن هذا الاصطلاح يعطي الإحساس بوجود عتبة معينة لا يحدث قبلها ضرر إشعاعي وإنما يحدث هذا الضرر بعدها. وبناء على النتائج العملية المتوافرة فإنه لا توجد مثل هذه العتبة

للأضرار الإشعاعية العشوائية سواءً الذاتية أو الوراثيـــة. لـــذلك، فقـــد أوصت اللجنة في عام 1958م بالامتناع عن استخدام مصطلح جرعـــة التحمل واستخدام مصطلح آخر بدلا منه عرف بالحد الأقصى المســـموح به.

## 8-2-2 الحد الأقصى المسموح للجرعة

**The maximum permissible dose (MPD)**

الحد الأقصى المسموح للجرعة (MPD) هو عبارة عن مقـــدار الجرعة الإشعاعية الفعالة، سواء المتراكمة خلال فترات زمنية طويلة أو الناتجة عن تعرض حاد لفترة قصيرة، التي يكـــون احتمـــال الإصـــابة بأضرار عشوائية (سواء ذاتية أو وراثية) نتيجة لها احتمالا طفيفا، وذلك في ضوء المعلومات المتوفرة في حينه. فعند تعرض مجموعة كبيرة من الأشخاص لجرعة إشعاعية تقع في حدود الحد الأقصى المســـموح بـــه تكون نسبة الإصابة بأي من الأضرار العشوائية نسبة ضئيلة. كذلك، فإن التأثيرات الأخرى لهذه الجرعة كقصر العمر مثلا يكون محدودا للغاية. لذلك، فإنه لا يمكن اكتشاف التأثيرات والأضرار الأخرى الناجمة عـــن الجرعات الإشعاعية التي لا تزيد عن الحد الأقصى المســـموح بـــه إلا بالطرق الإحصائية على مجموعات كبيرة من البشر.

لذلك، أصدرت اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية فـــي نشـــرتها السادسة والعشرين الصادرة عام 1977م توصية بعدم صلاحية مصطلح الجرعة القصوى المسموح بها، واستحدثت نظاما آخر ،يعـــرف بنظـــام حدود الجرعات(dose limits) ، يمكن تلخيص مبادئه في التالي:

أ- لن يتم إقرار نظام معين للتعرض الإشعاعي ما لـــم تكـــن وراءه فائدة.

ب- يجب أن يكون التعرض عند أقل حد يعقل إنجازه على أن تؤخذ الظروف الاقتصادية والاجتماعية في الدولة في الحسبان.

ج- يجب ألا تتجاوز الجرعة الفعالة الحدود التي توصي بها اللجنـــة في آخر توصياتها التي تصدرها دوريا.

## 3-8 توصيات اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية:

### 1-3-8 النشرة رقم 26 لعام 1977م

في نشرتها السادسة والعشرين تم تقسيم التأثيرات الناجمة عن الإشعاعات المؤينة إلى نوعين رئيسيين هما:

أ- التأثيرات العشوائية (stochastic effects): وهي التأثيرات التي قد تقع على المتعرض أو على ذريته ( أبناءه أو أحفاده) وقد لا تقع، والتي يمكن أن تحدث من جرعات صغيرة أو كبيرة، إلا أن احتمال حدوثها يتناسب طرديا ( كما ورد) مع مقدار الجرعة، ولا تعتمد حدة المرض عل مقدار الجرعة.

ب- التأثيرات الحتمية (deterministic effects): وهي التأثيرات التي لا تحدث إلا إذا زادت جرعة التعرض على عتبة ( حد ) معينة وتقع الإصابة بالتأكيد عند تجاوز هذه العتبة، وتزيد حدة الإصابة بزيادة الجرعة.

وطبقا لتوصيات اللجنة الصادرة بالنشرة رقم 26 لسنة 1977 تتجلى أهم أهداف الوقاية الإشعاعية فيما ما يلي:

أ- منع حدوث التأثيرات الحتمية وذلك بتحديد قيمة عتبة الجرعة لكل مرض من هذه الأمراض، وخفض حدود جرعات التعرض لتكون دون هذه العتبة بكثير.

ب- خفض احتمال حدوث التأثيرات العشوائية بخفض معدل التعرض إلى أقل حد معقول حتى تبقى احتمال الإصابة بهذه الأمراض في حدود مقبولة مع أخذ العوامل الاقتصادية والاجتماعية في الحسبان. وهنا تبنت اللجنة مبدأ جديدا عرف باسم مبدأ "ألارا" وهي الأحرف الأولى لخمس كلمات إنجليزية هي " As Low As Reasonably Achievable" وتعني بالعربية أقل ما يعقل إنجازه.

**مبدأ ألارا: ALARA Principle**

قبل النشرة رقم 26 لعام 1977م كان المبدأ المطبق هو أقل مـا يمكن "As low as possible". إلا أن اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية قـد رفضت هذا المبدأ وحل محله المبدأ الجديد. فمن المعروف أنـه يمكـن تبني جوانب وقائية ممتازة، ولكن بتكاليف باهظـة. فهـل تبـرر هـذه التكاليف الفوائد والمنافع. فقد يكون من الأجدى إنفاق هذه النفقـات فـي جوانب أخرى تعود بمنفعة أكبر على المجتمع ككل، وليس على العاملين بالإشعاع وحدهم. وهنا برزت فلسفة تبرير إجراءات الوقاية وضـرورة الموازنة بين الأضرار المتوقعة وبين المنافع، وبالتالي برز مبدأ التبرير، ومعناه أن تتغلب منافع أي إجراء وقائي على أضراره للمجتمع ككل، مع أخذ العوامل الاقتصادية والاجتماعية في الحسـبان. ومـن هنـا بـرز مصطلح أقل ما يعقل إنجازه (ALARA) .

## 8-3-2 النشرة رقم 60 لسنة 1990

في ضوء المستجدات التي توصلت إليها كل من اللجنة العلميـة للأمم المتحدة (UNSCEAR)، ولجنة التأثيرات البيولوجيـة للإشـعاعات المؤينة (BEIR)، وعدد من اللجان الوطنية العلميـة، تبـين أن عامـل المخاطر الخاص بالإصابة بالأمراض السرطانية والوراثية أعلى بكثيـر من المعامل المستخدم سابقا وهو حوالي 0.013 لكل فرد.سـيفرت فـي المتوسط للجنسين. وقد حددت جميع هذه اللجان المختلفة هذا المعامل بما يتراوح بين حوالي 0.045 وحوالي 0.090 وبقيمة متوسطة تبلغ حوالي 0.060 . وهذه يعني أن حجم المخاطر السرطانية، يبلغ خمسة أضعاف ما كان يعتقد قبل ذلك. لذلك، أو صت اللجنة الدولية في نشرتها رقم 60 بحدود أقل سواءً للتعرض المهني أو لتعرض عموم الجمهور.

فبالنسبة للعاملين مهنيا بالإشعاعات خفض الحد السنوي مـن 50 إلى 20 ميللي سيفرت (2 رم)، أي بواقع مرتين ونصف عما كان قبله. وتم تحديد حدود للجرعات المكافئة لبعض أعضاء الجسم البشري، كمـا

تم وضع حدود منخفضة للنساء الحوامل من العاملات وللمتدربين والطلبة. وبالنسبة لعموم البشر خفض الحد السنوي من 5 إلى 1 مللي سيفرت أي بواقع خمسة أضعاف.

## 8-3-3 حدود الجرعات الفعالة والمكافئة للعاملين المهنيين

**The occupational effective and equivalent dose limits**

لخفض التأثيرات العشوائية بين العاملين في المجالات الإشعاعية أوصت اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية في نشرتها رقم 26 لعام 1977م بأن لا يزيد حد الجرعة الفعالة للمتعرضين للإشعاع مهنيا على 50 ميللي سيفرت (5رم) في السنة من جميع مسالك التعرض الداخلية والخارجية.

كذلك، أوصت اللجنة بحدود معينة للجرعات المكافئة لبعض أجزاء الجسم البشري، بحيث يتحقق الهدفان السابقان للوقاية من الإشعاع. والحدود المطبقة على العاملين المهنيين بالإشعاع وفقا للنشرة 60 لعام 1990 هي:

أ- حد التعرض السنوي ( الجرعة الفعالة) للعاملين المهنيين هو 20 ميللي سيفرت. ويجوز رفع هذا الحد في سنة من السنين حتى 50 ميللي سيفرت، بشرط أن لا تتجاوز الجرعة الفعالة التراكمية خلال أي خمس سنوات متعاقبة 100 ميللي سيفرت.

ب- حد التعرض للحامل طوال فترة الحمل 1 ميللي سيفرت إذا كان التعرض داخليا، 2 ميللي سيفرت إذا كان التعرض خارجيا.

ج- حد التعرض السنوي للمتدربين والطلبة الذين تتراوح أعمارهم بين 16، 18 سنة هو 6 مللي سيفرت بشرط أن يكون هذا التدريب جزءاً من مهامهم أو دراستهم.

د- يحظر تعرض من تقل أعمارهم عن 16 سنة.

هـ الحد السنوي للجرعة المكافئة لعدسة العين للعاملين المهنيين هو 150 ميللي سيفرت وللأطراف ( أي اليدين والقدمين) هو 500 ميللي سيفرت

هـ الحد السنوي للجرعة المكافئة لعدسة العين للمتدربين هو 50 ميللي سيفرت وللأطراف ( أي اليدين والقدمين) هو 150 ميللي سيفرت

## 8-3-4 تصنيف أماكن العمل

تصنف اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية أماكن العمل طبقا للظروف الإشعاعية إلى نوعين:

**أماكن الفئة أ Working condition A**

وهي تلك الأماكن التي يمكن أن يتجاوز فيها التعرض (10/3) حدود الجرعة الفعالة المطبقة. وحيث أن حد التعرض المهني المطبق حاليا هو 20 مللي سيفرت، فإن الأماكن التي يمكن أن يتجاوز معدل التعرض السنوي فيها 6 مللي سيفرت يجب أن تنتمي لمناطق الفئة أ. ويجب أن يخضع العاملون في مثل هذه الأماكن لبرنامج متكامل للوقاية الإشعاعية، سواءً بالنسبة للتعرض الخارجي أو التلوث الداخلي. كذلك، يجب أن يخضع العاملون في هذه الأماكن للفحوص الطبية الدورية، كما يجب إجراء فحوص طبية لهم قبل التكليف بالعمل في هذه الأماكن، وقبل إجراء أي عمليات جراحية لأي منهم.

**أماكن الفئة ب Working condition B**

هي تلك الأماكن التي لا يمكن أن يتجاوز فيها التعرض الإشعاعي (10/3) حدود الجرعة الفعالة أو المكافئة. وعموما، فإنه لا يخضع العاملون في تلك الأماكن لفحوص ما قبل العمليات. ولكن يجب

إخضاعهم للرقابة الإشعاعية للتأكد من سلامة هذه الرقابة ومن أن التعرض فعلا لا يتجاوز الحدود المبينة.

### 8-3-5 حدود الجرعة لعموم الجمهور

**dose limits for member of public**

بالنسبة لعموم الجمهور أوصت اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية في نشرتها رقم 60 الصادرة عام 1991م بالحدود التالية للجرعات:

لخفض التأثيرات العشوائية بين عموم الجمهور يجب ألا تتجاوز الجرعات الحدود التالية:

أ- حد الجرعة الفعالة 1 ميللي سيفرت في السنة عند تعرض الجسم بأكمله لمجال إشعاعي منتظم. ويجوز زيادة هذا الحد في إحدى السنوات إلى 2 ميللي سيفرت بشرط أن لا تتجاوز الجرعة الفعالة المتراكمة خلال أي خمس سنوات متعاقبة 5 ميللي سيفرت.

ب- الحد السنوي للجرعة المكافئة لعدسة العين لعموم البشر هو 15 ميللي سيفرت وللأيدي والأقدام هو 50 سيفرت.

وبالنسبة لباقي الأعضاء يمكن استخدام العلاقة (7-11) مع استخدام المعاملات الوزنية المبينة في جدول (7-2) لإيجاد حد الجرعة المكافئة للعضو إذا كانت هذه الجرعة لا تتجاوز التأثير الحتمي لهذا العضو.

## 8-4 التعرض في ظروف خاصة

### 8-4-1 التعرض المخطط في ظروف خاصة

**The planned special exposure**

في بعض الحالات الخاصة والنادرة تتطلب ظروف التشغيل والعمل ضرورة تواجد عدد قليل من العاملين في ظروف إشعاعية معينة، قد يتعرضون خلالها لجرعة إشعاعية تزيد على الحدود التي أوصت بها اللجنة. في مثل هذه الحالات التي لا تتوفر معها وسيلة بديلة

لتعرض هؤلاء العاملين فإنه يسمح لأقل عـــدد ممكـــن مـــن العـــاملين بالتعرض لجرعة لا تتعدى 50 ميللي سيفرت للجسم ككل فـــي المـــرة الواحدة، ولا تزيد على خمسة أضعاف الجرعة السنوية ( أي 100 ميللي سيفرت ) طوال العمر كله. وفي مثل هذه الحالات لا يسمح بأي حال من الأحوال لأي عامل يكون قد سبق له التعرض لخمسة أضعاف الجرعـــة السنوية بأن يشترك في هذا التعرض. كذلك، تمنع الســـيدات فـــي ســـن الإنجاب من الاشتراك في هذا التعرض.

**8-4-2 التعرض في ظروف الطوارئ الإشعاعية**

**Exposure in emergencies and accidents**

في حالات الطوارئ والحوادث الإشعاعية لا توجد حدود معينة للجرعات الإشعاعية ويجوز السماح بالتعرض لجرعات أعلـــى. وقد أقرت اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية أنه لا يمكن إصـــدار توصيات خاصة بحدود الجرعات أو المستوى الإشـــعاعي فـــي حالات الطوارئ والحوادث الإشعاعية، نظرا لاختلاف طبيعتها.

ولخفض التعرضات الناتجة عن الحادث المعين (سواء بالنســـبة للعاملين أو لعامة الجمهور) فإنه يجب الالتزام بوجود خطـــة طـــوارئ تفصيلية وتدريب العاملين علي تنفيذ هذه الخطط وعلى مواجهة عدد من الطوارئ الوهمية.

وعند وضع خطة الطارئ يجب الالتزام بالبنود الرئيسة التالية:

أ- محاولة خفض التعرض إلى أقل قيمة ممكنة ومحاولـــة تلافـــي الجرعات الأعلى من حدود الجرعات الفعالة أو المكافئة.

ب- استعادة السيطرة على الموقف بأسرع ما يمكن.

ج- الحصول على المعلومات الخاصة بأســـباب الحـــادث وتطـــوره والتصرف تبعا لذلك.

وفي حالات الطوارئ يمكن أن يتعرض بعض المتطوعين إلـــى جرعات عالية بغرض إنقاذ الأرواح البشرية أو منع حـــدوث أضـــرار

جسيمة أو وقف تطور الحادث. ويصعب هنـا وضـع حـدود معينـة للجرعات حيث تختلف الظروف من حادث إلى آخر. ولكنه من المحتمل أن يحصل بعض المتطوعين على جرعات تفوق حدود الجرعات الفعالة المخططة، وخصوصا إذا كان الأمر يتعلق بإنقاذ حياة بعـض البشـر. وعند إجراء عمليات الإنقاذ قد يكون من الصعب القيام بالأعمال الخاصة بتحديد المستويات أو معدل الجرعات الإشعاعية. ولكنه يجب تنفيذ هـذه الأعمال على وجه السرعة من قبل شخص أو أشخاص مؤهلين وذلـك بغرض اتخاذ القرار على ضوء المعلومات التي سـتوفرها المجموعـة المؤهلة .

ومن المحتمل أن تصل الجرعة للشخص القائم بالإنقاذ إلـى 1 غراي. ويسمح بالحصول على مثل هذه الجرعة إذا كان الأمر يتطلـب إنقاذ حياة البشر. أما إذا تطلب القيام بالعملية الحصول على جرعة أكبر من 1 غراي فإنه في هذه الحالة يجب الحكم بعناية والموازنة بين القيام بالمخاطرة ونتائج العملية. ومن أهم المبادئ الأساسية التي يجب الالتزام بها في هذه الحالات مايلي:

أ- إن يكون الهدف من وراء هذا التعرض هو إنقاذ الأرواح.
ب- أن يكون التعرض تطوعيا ولا يفرض علـى أحـد مـع إدراك المتطوع إدراكا كاملا بالمخاطر التي قد تقع عليـه بمـا فيهـا الموت.
ج- أن يكون المتطوع ملما بالعمل الذي سيقوم بـه ومـدربا علـى تنفيذه.

وعموما يتوقف اتخاذ قرار التعرض التطـوعي فـي الحـالات الطارئة على:

أ- مدى دقة المعلومات الخاصة بمعدل الجرعة في منطقـة الحادث.
ب- ظروف المصابين ومدى احتمال بقائهم على قيد الحياة.

فعلى سبيل المثال إذا كان معدل الجرعة الذي تم تقديره أقل مرتين من المعدل الحقيقي للجرعة يمكن أن يحصل الشخص القائم بالإنقاذ على جرعة كافية لإصابته إصابة خطيرة بأحد الأمراض الفورية.

## 5-8 أسئلة ومسائل للمراجعة

1- ما معنى الحد الأقصى المسموح للجرعة؟، وكيف تطور هذا المفهوم حاليا؟

2- ما هي الخطوط العريضة لنظام حدود الجرعات التي أوصت بها اللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية عام 1977م.

3- ما هي التأثيرات الحتمية والعشوائية؟، اذكر بعض الأمراض التي تنتمي لكل منها.

4- اشرح مفهوم التبرير ومعنى مصطلح أقل ما يعقل إنجازه.

5- ما هي حدود الجرعات السنوية للتأثيرات العشوائية بالنسبة للعاملين المهنيين؟، وما هي حدود الجرعات المكافئة؟

6- ما هي حدود الجرعات السنوية الفعالة للتأثيرات العشوائية لعامة الجمهور؟، وما هي حدود الجرعات المكافئة لهم.

7- تعرض أحد الفنيين لمجال إشعاعي غير منتظم، وكانت الجرعات الفعالة والمكافئة التي حصل عليها كالتالي:
الجرعة الفعالة لكامل لجسم 10 ميللي سيفرت.
الجرعة المكافئة للرئة 40 ميللي سيفرت.
فما هي الجرعة الفعالة التي يمكن أن يتعرض لها نخاعه الشوكي بحيث لا تتعدى الجرعة الفعالة الكلية لهذا الشخص حد الجرعة السنوية.

8- ما هو الفرق بين أماكن الفئة أ وأماكن الفئة ب؟.

9- ما هي حدود التعرض في الظروف الخاصة؟ وما هي تلك الظروف؟.

10- ما هي حدود التعرض في حالات الطوارئ والحوادث الإشعاعية.

11- ما هي الخطوط العريضة لخطة الطوارئ الإشعاعية.